

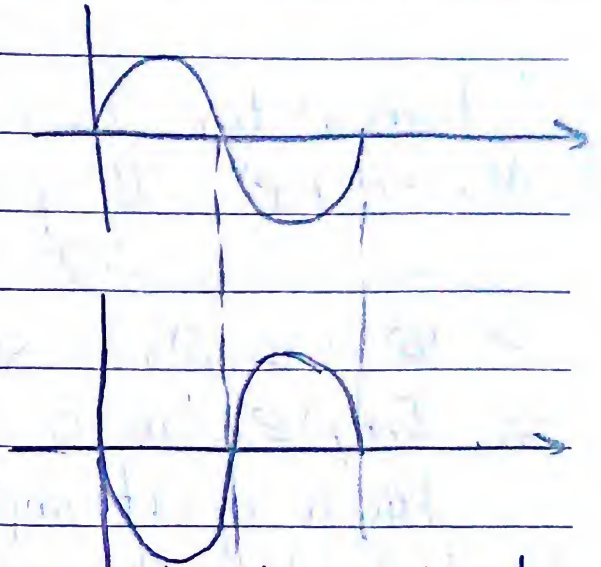
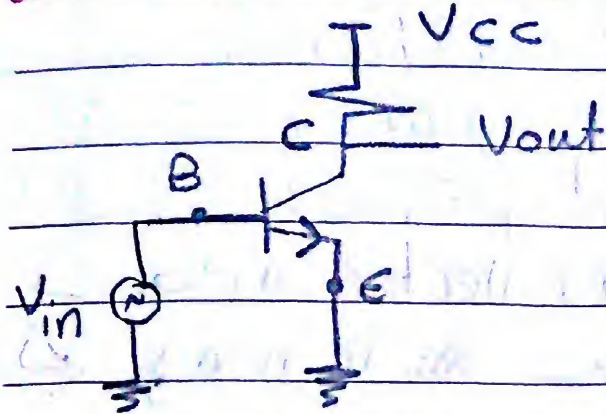
Date:

Subject: Lec 3

Amplifiers BJT

Common Collector → Emitter Follower

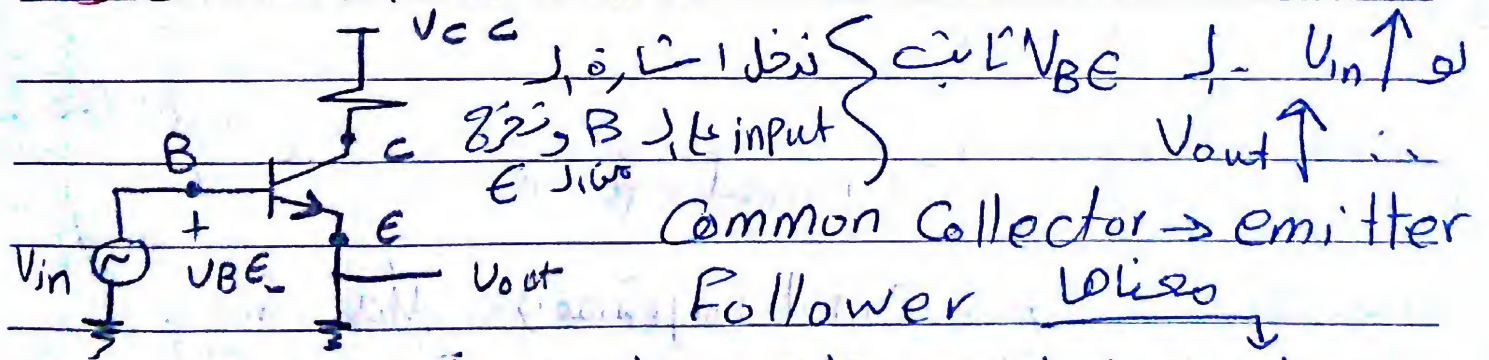
1 Common Emitter



$$V_o = V_{cc} - I_c R_c$$

↓ V_{out} لو input زاد بقیه output کم می شود و بالعکس

2 Common Collector



Common Collector → emitter Follower

این بزرگترین و کمترین خروجی است

$$V_o = V_{in} - V_{BE}$$

لا بد که V_{in} بزرگتر از V_{BE} باشد

$$\text{Gain} = \frac{V_o}{V_{in}}$$

$$< 1$$

بصورتی که V_{in} بزرگتر از V_{BE} باشد

که V_{in} بزرگتر از V_{BE} باشد

$$\text{Gain} \approx 1$$

$$V_{BE} = 0.7$$

Date:

Subject:

transistor → amplifier
→ switch

transistor } Voltage amplifier
 } Current amplifier
 } power amplifier

Common Collector

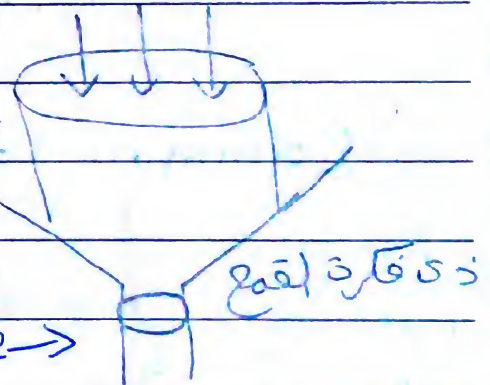
Matching ←

Impedance matching
High input impedance
Low output impedance

C.C. matching
high input
Low output

High input impedance →

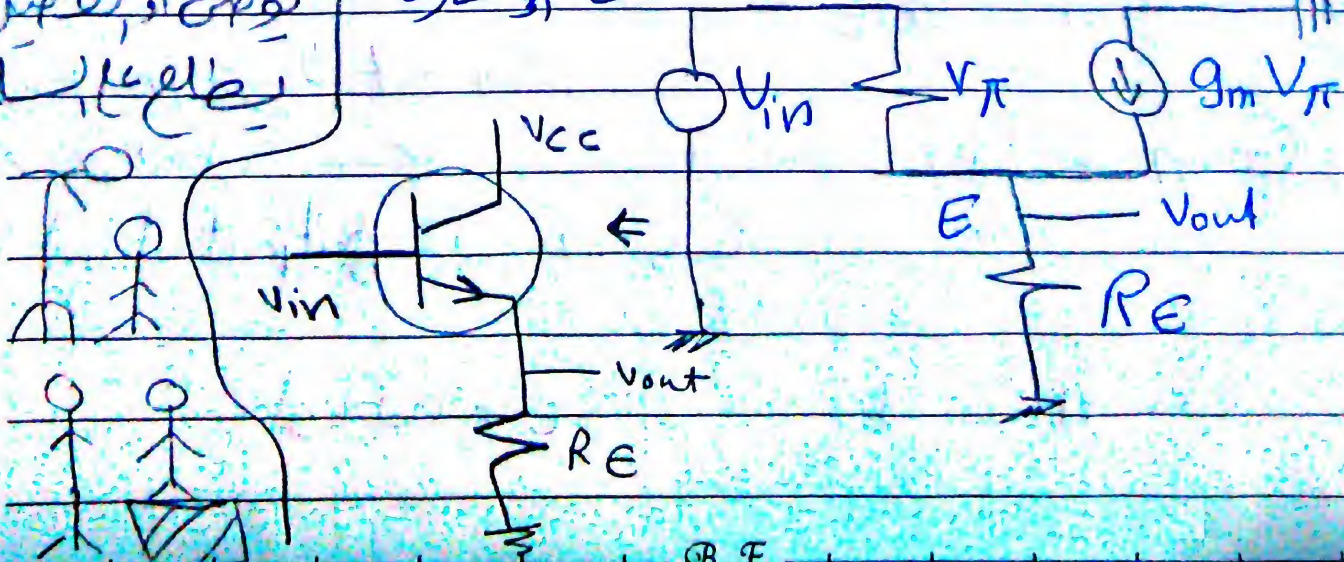
Low input impedance →



Signal عاوض matching

من غير noise
يطلع على
في الإشارة

Matching



Date:

Subject:

$$\frac{V_{\pi}}{r_{\pi}} + g_m V_{\pi} = \frac{V_{out}}{R_E}$$

$$V_{\pi} \left(\frac{1}{r_{\pi}} + \frac{B}{r_{\pi}} \right) = \frac{V_{out}}{R_E}$$

$$V_{\pi} (1+B) = \frac{V_{out}}{R_E} \cdot r_{\pi}$$

$$V_{\pi} = \frac{r_{\pi}}{B+1} * \frac{V_{out}}{R_E} \rightarrow \textcircled{1}$$

$$V_{in} = V_{\pi} + V_{out} \rightarrow \textcircled{2}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + \frac{r_{\pi}}{B+1} * \frac{1}{R_E}}$$

R_E \downarrow $\frac{1}{g_m}$
 كبر \downarrow $\frac{1}{g_m}$ \downarrow $\frac{1}{g_m}$
 كبر \downarrow $\frac{1}{g_m}$ \downarrow $\frac{1}{g_m}$

$$\approx \frac{R_E}{R_E + \frac{1}{g_m}}$$

$$B \gg 1$$

$$B+1 \approx B$$

$$A_V = \frac{R_E}{R_E + \frac{1}{g_m}}$$

$$< 1$$

لأنه أقل من 1

كذلك، R_E \downarrow $\frac{1}{g_m}$ \downarrow $\frac{1}{g_m}$

$$R_E = \infty$$

$$A_V = \frac{R_E}{R_E} = 1$$

Common Collector \rightarrow R_E \downarrow $\frac{1}{g_m}$ \downarrow $\frac{1}{g_m}$

Current Source

Constant Current

كذلك التكرار \downarrow $\frac{1}{g_m}$ \downarrow $\frac{1}{g_m}$

B.E

Source

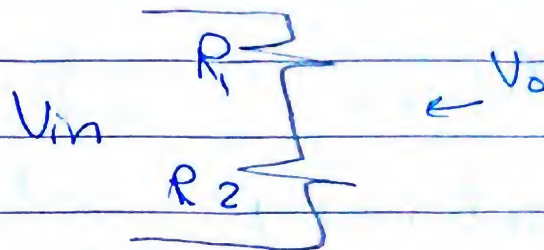
Common Collector \rightarrow R_E \downarrow $\frac{1}{g_m}$ \downarrow $\frac{1}{g_m}$

Date:

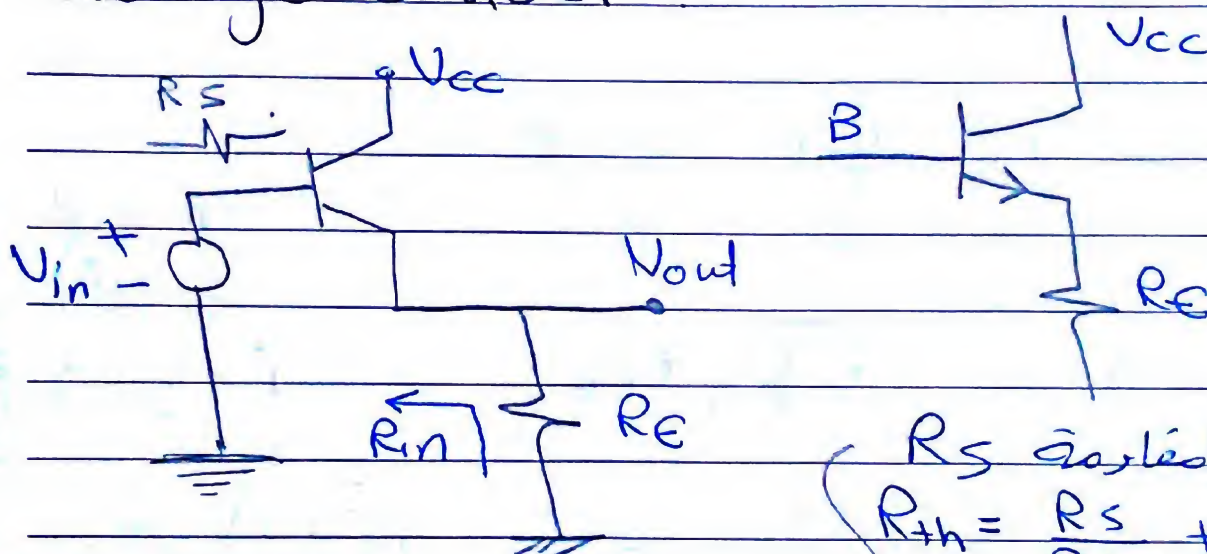
Subject:

Voltage divider ← Common Collector (ایکسپلینر) ←

$$V_c = V_{in} \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$



How we can use Common Collector as Voltage divider?



$$V_o = V_{in} \frac{R_E}{R_{in} + 1/g_m}$$

R_S سہولت دی گئی
 $R_{th} = \frac{R_S}{B+1} + \frac{1}{g_m}$
 R_S سے
 A_V پتہ

$$A_V = \frac{V_o}{V_{in}}$$

$$R_{th} = \frac{B}{B+1} + \frac{1}{g_m}$$

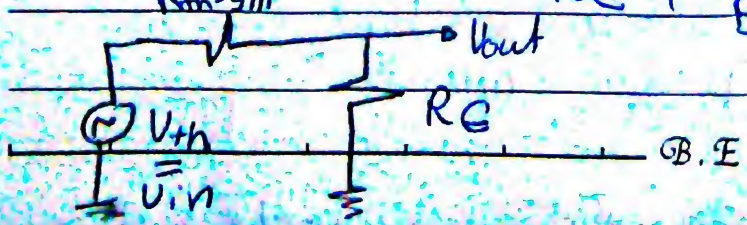
$$V_{th} = V_{in}$$

$$R_{th} = \frac{1}{g_m}$$

$$A_V = \frac{V_o}{V_{in}} = \frac{R_E}{R_{th} + R_E}$$

$$R_{th} = \frac{R_S}{B+1} + \frac{1}{g_m}$$

لو R_S کو
 A_V سے
 بڑھ جائے گا



Date:

Subject:

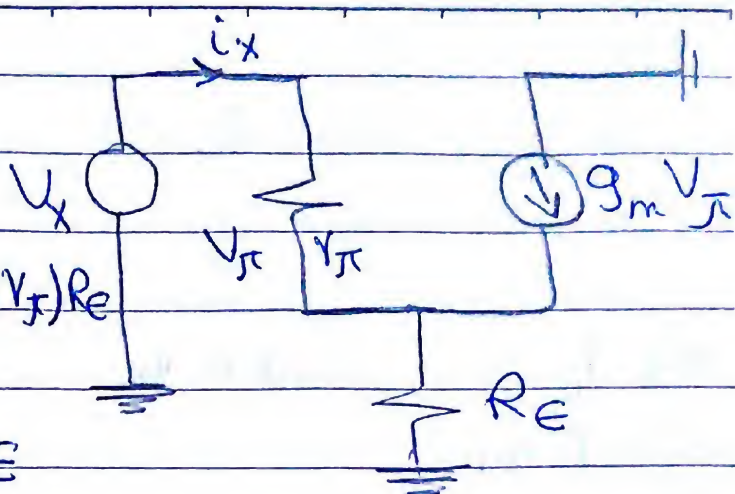
$$\dot{I}_x V_{\pi} = V_{\pi}$$

$$V_{RE} = (\dot{I}_x + g_m V_{\pi}) R_E$$

$$V_x = V_{\pi} + V_{RE}$$

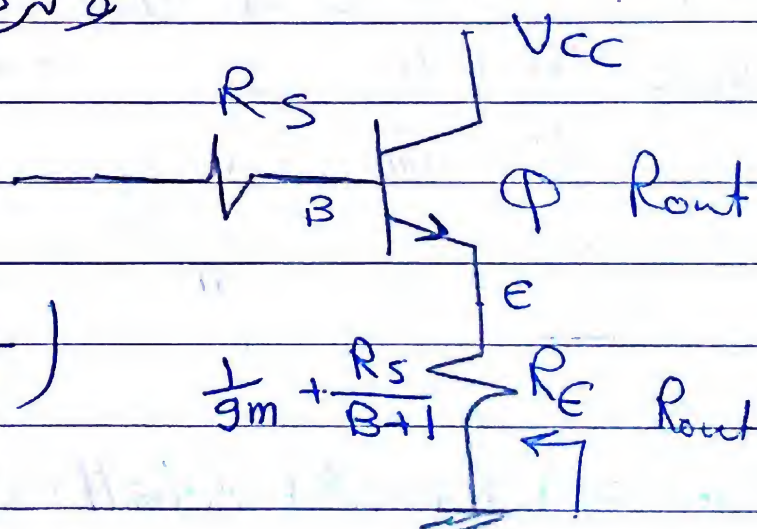
$$V_x = \dot{I}_x r_{\pi} + (\dot{I}_x + g_m V_{\pi}) R_E$$

$$\frac{V_x}{\dot{I}_x} = r_{\pi} + (1 + \beta) R_E$$



$R_{in} \uparrow \uparrow$

Input impedance, Common Emitter, $(1 + \beta) R_E$ و تزداد مع R_E



$$R_E \parallel \left(\frac{1}{g_m} + \frac{R_S}{\beta + 1} \right)$$

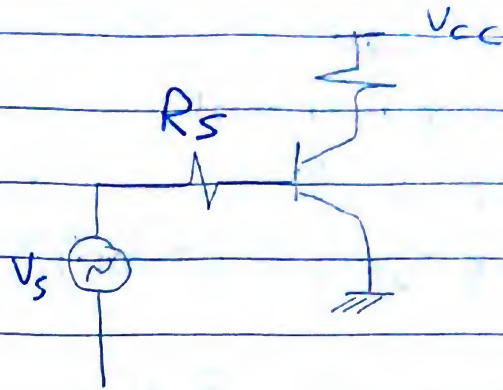


R_{out} و تزداد مع R_E و R_S فتن

Date:

Subject: Lec 4

R_s ← دائماً موجودة
وأيضا لتسهيل



$R_s \downarrow \rightarrow A_v$ تقل كفاءة الترس

$R_s \uparrow$ input

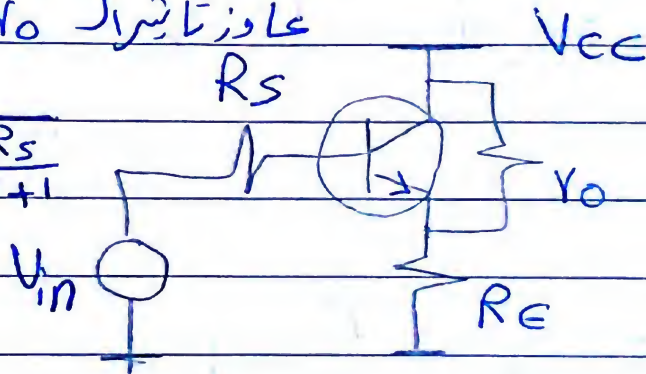
$R_s \downarrow$ output

*) Effect of r_o → تأثير r_o على R_{out} & R_{in} & A_v
عند تأثير r_o على A_v

$$A_v = \frac{R_E \parallel r_o}{R_E \parallel r_o + \frac{1}{g_m} + \frac{R_s}{\beta + 1}}$$

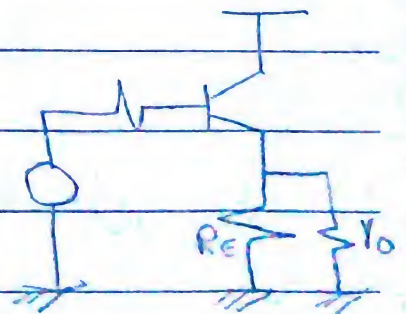
$$R_E \parallel r_o + \frac{1}{g_m} + \frac{R_s}{\beta + 1}$$

في β, g_m, R_E, r_o
تغير



$$R_{in} = r_{\pi} + (\beta + 1)(R_E \parallel r_o)$$

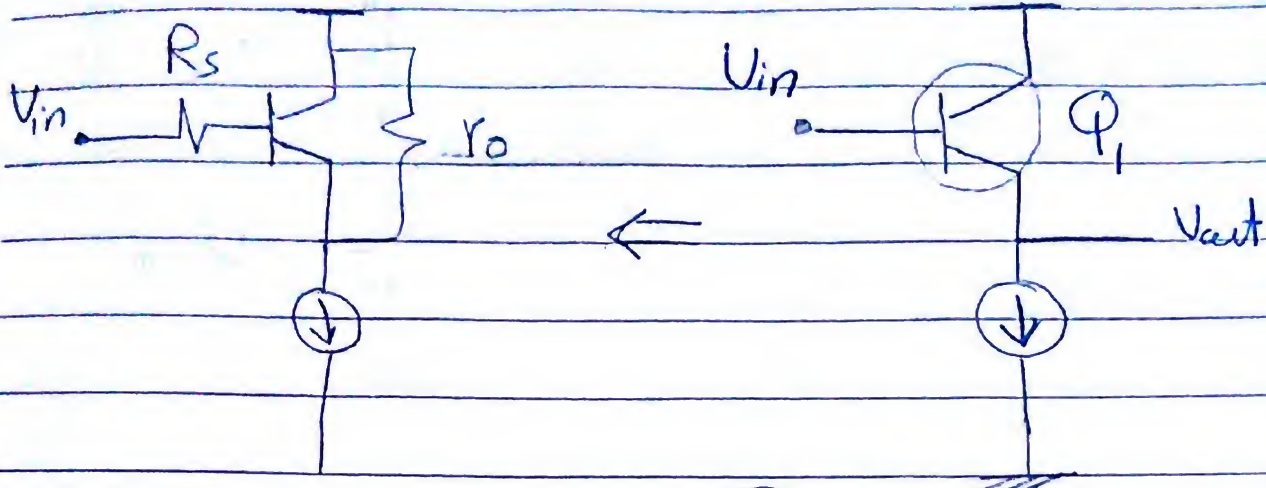
$$R_{out} = \left(\frac{R_s}{\beta + 1} + \frac{1}{g_m} \right) \parallel R_E \parallel r_o$$



*) $R_E = r_o$ → تأثير A_v - R_{in} - R_{out}

Date:

Subject:



نتيجه لان \downarrow ، المقاومة لافذة ∞

و $r_o \parallel \infty \approx \infty$ ، امغرمقا، مة فتكون

$$R_{in} = r_{\pi} + [r_o (B+1)]$$

$$R_{out} = r_o \parallel \left(\frac{R_s}{B+1} + \frac{1}{g_m} \right)$$

r_{π} لازم تكون دقة

لانفايس ال E, B

وال B و E يتغيروا

فتم اهلها واكتب

$$R_{in} = r_o (B+1)$$

$$A_v = \frac{r_o}{r_o + \frac{R_s}{B+1} + \frac{1}{g_m}}$$

$$A_v = \frac{r_o}{r_o + \frac{R_s}{B+1}} \Rightarrow \left[\frac{1}{g_m} \ll \right]$$

تأثير ال r_o على A_v (Gain)

general : $r_o \rightarrow$ كبيرة

$$* R_E = r_o$$

او قلنا r_o وهيا على التوالي مع R_E

يكون التغير على حسب الوحدة فيه

اي على حسب الاكبر فيهم مثلا

Date:

Subject:

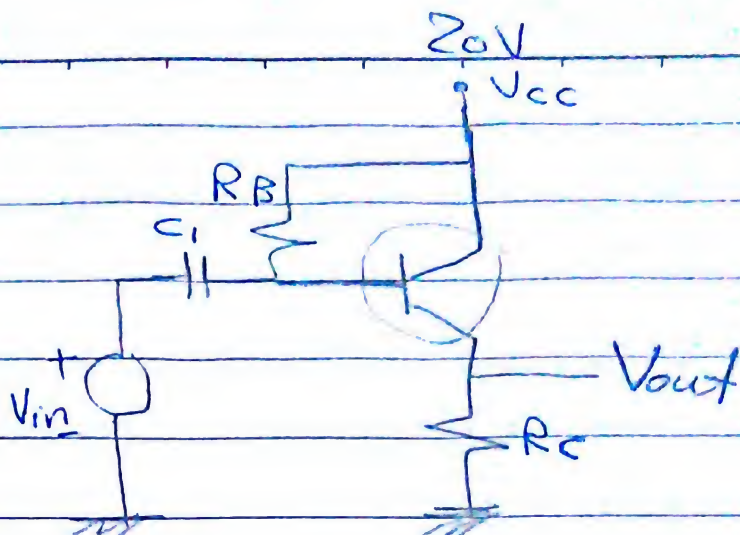
$$R_B = 10 \text{ K}$$

$$R_C = 1 \text{ K}$$

$$I_S = 5 \times 10^{-16} \text{ A}$$

$$\beta = 100$$

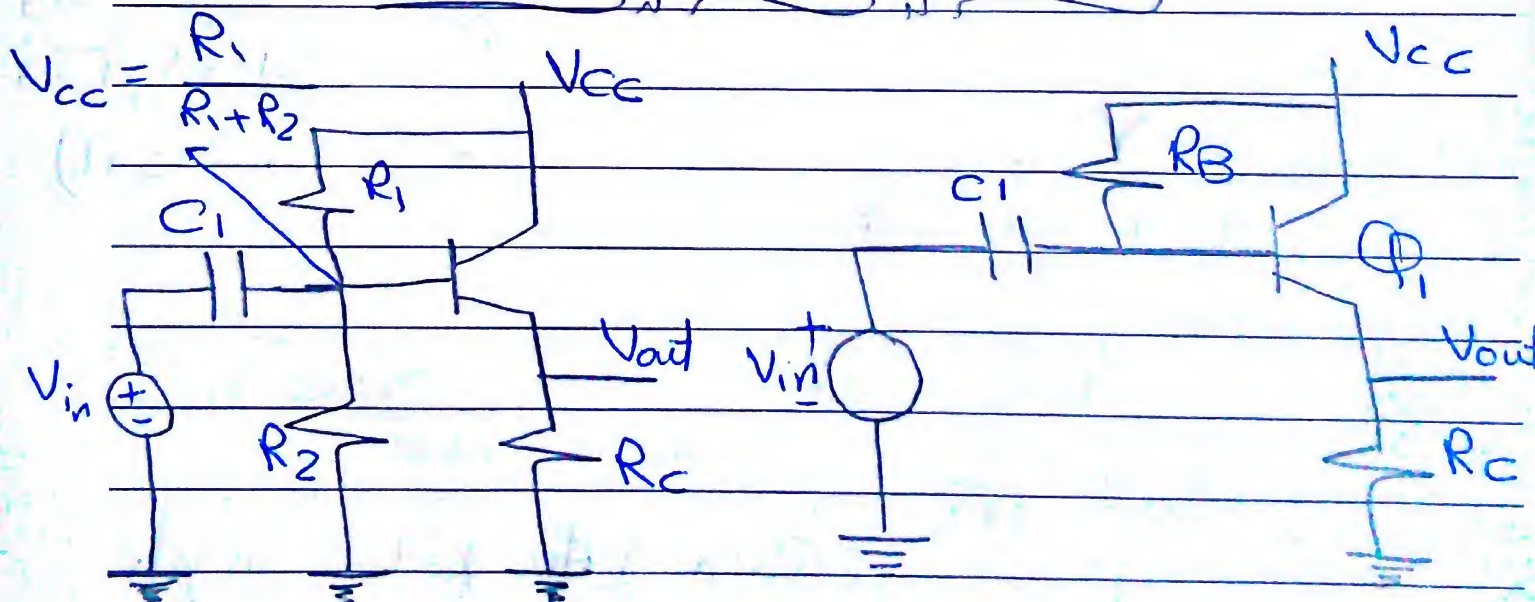
$$V_{CC} = 2.5 \text{ V}$$



$$R_B \frac{I_C}{\beta} + V_{BE} + R_C I_C = V_{CC}$$

$$V_{CC} = \frac{I_C}{\beta} R_B + V_{BE} + V_{out} + I_C R_C$$

$$V_{BE} = V_T \ln \frac{I_C}{I_S}$$



هذا الشكل مبين

الـ Bias على لـ V_{BE}

$$V_o = V_{CC} \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

التي هي نسبة قيمتي R₁ و R₂

التي هي نسبة قيمتي R₁ و R₂

والتالي هي V_{out}

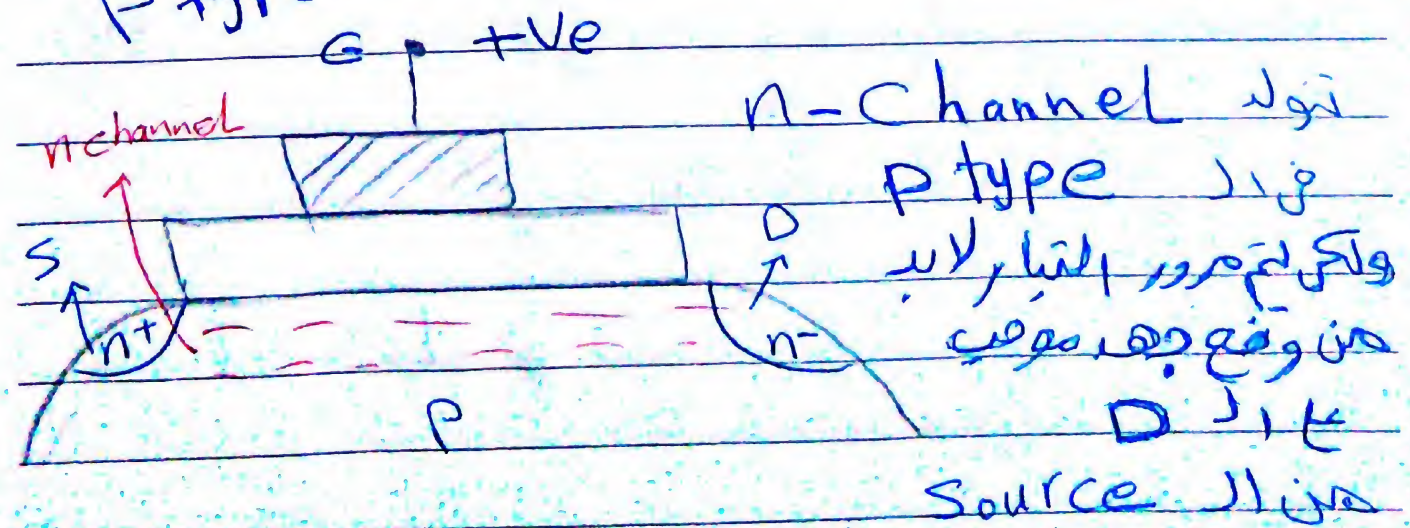
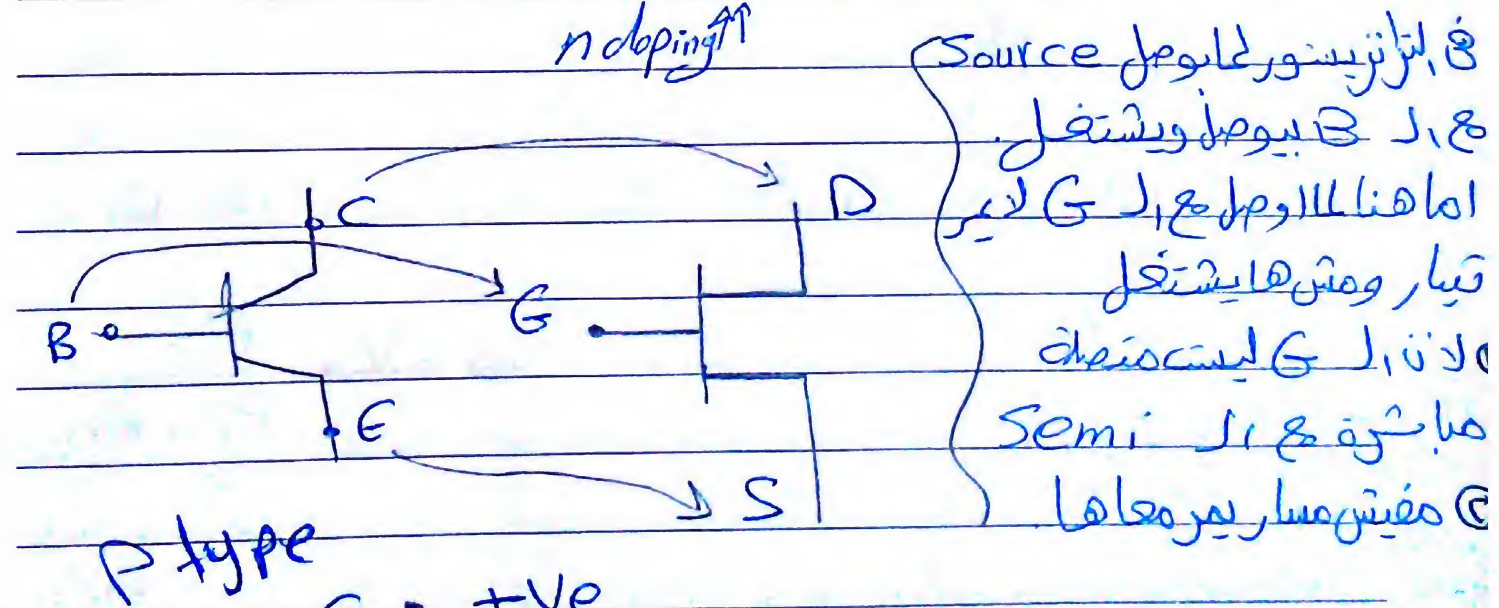
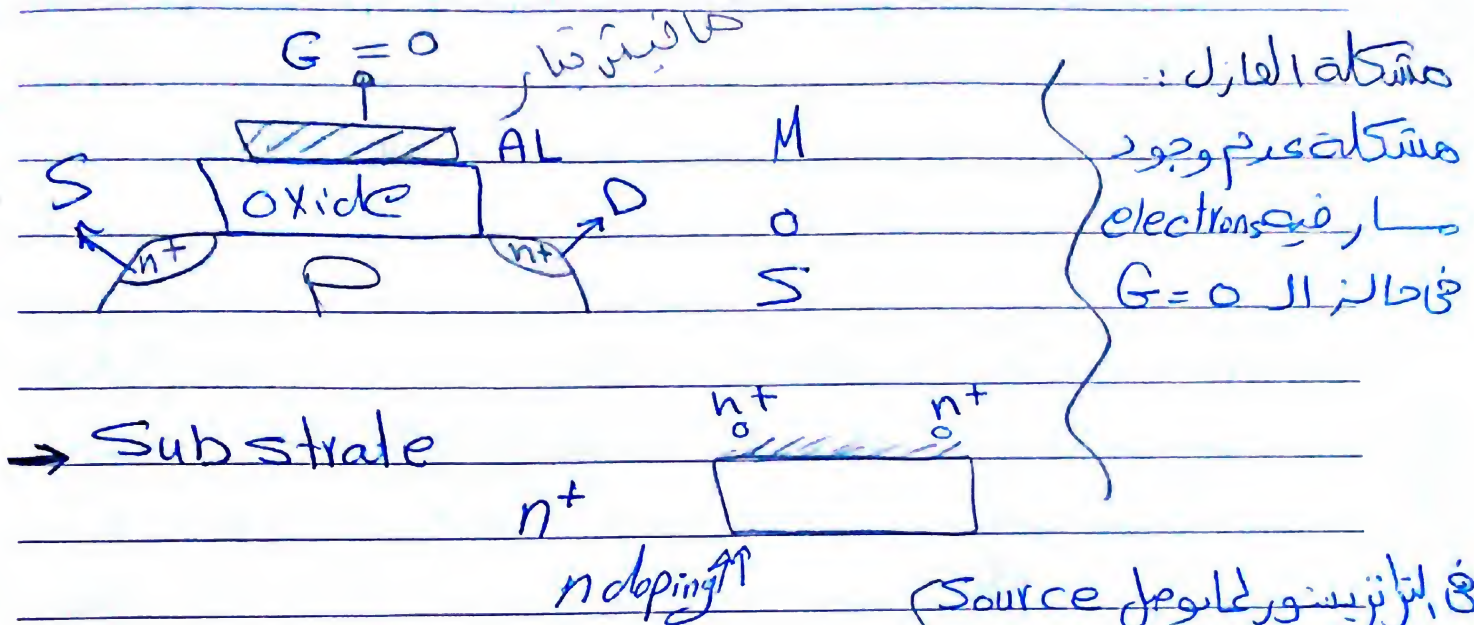
أو أن Bias يكون حيث تكون R₁ و R₂

Date:

Subject:

MOSFET

Metal oxide semiconductor Field Effect transistor.



Date:

Subject:

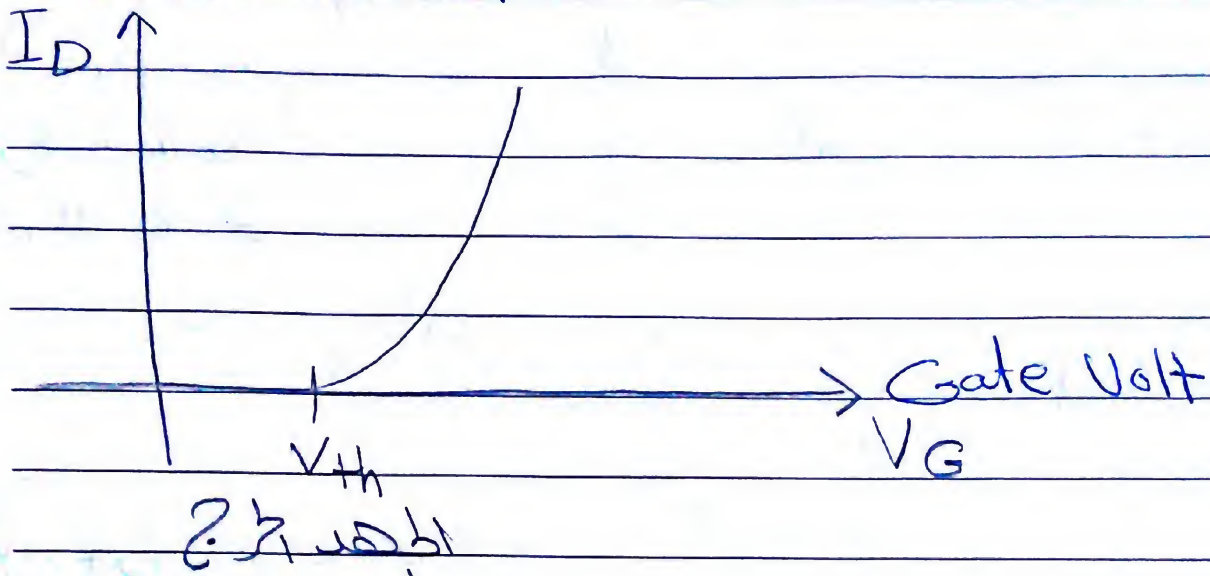
Threshold voltage / اجهت / اجهت

Gate هو اجهت الـ و جهه الـ و جهه الـ

Channel في الـ و جهه الـ

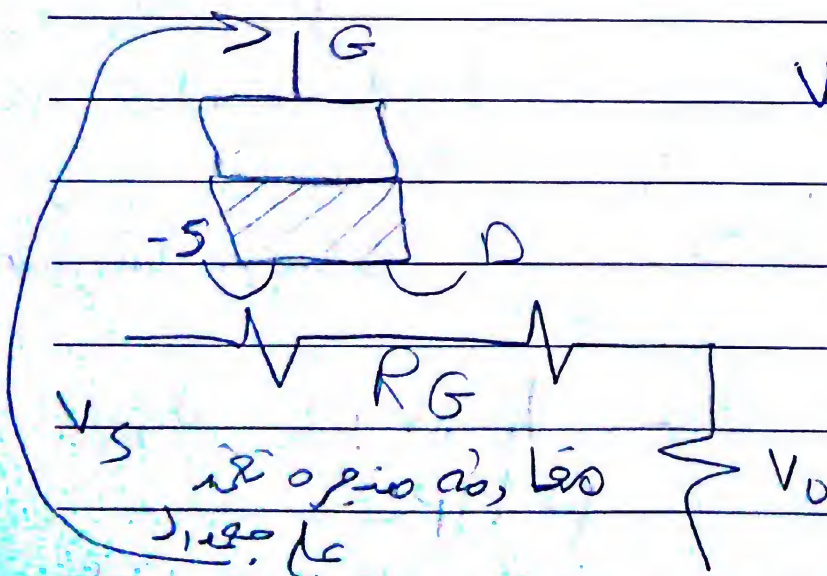
و اجهت الـ و جهه الـ و جهه الـ

Drain current



الـ و جهه الـ و جهه الـ و جهه الـ

$$V_0 = V_D = V_S \frac{R_D}{R_D + R_G}$$



Date:

Subject: Lec 5

MOSFET

بیکرال Signal - ماسنچ Switch

سیستم کثافتة قیمة

الفردیة وسیع ال Transistor

① Speed of Response
= High speed device

[Diode-transistors] OR gate

Discrete element [IC]

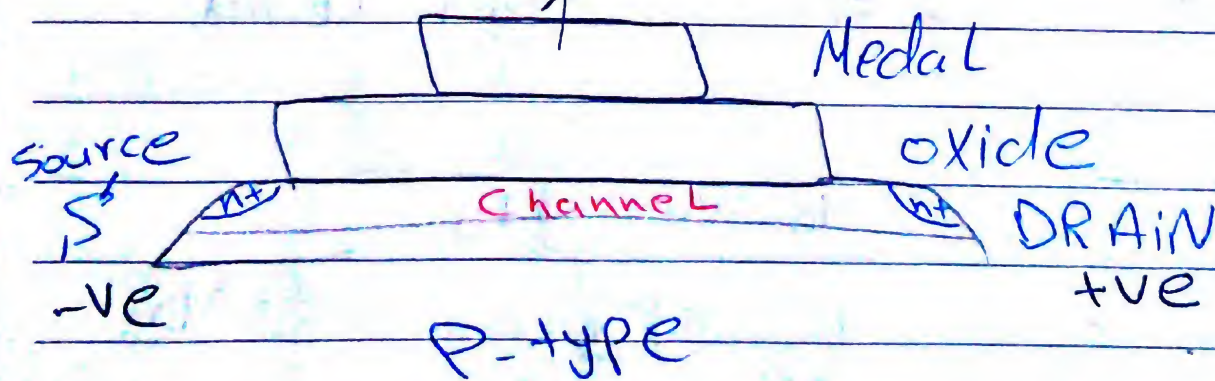
Integrated circuits دوائر

MOSFET: →

میکاطة

الذکر ان لاسی فی تصنع ال دوائر میکاطة

AL +ve



electrons ← Channel

لکی لمر بارین ال Source و ال DRAIN

من ال MOSFET لایه من وجود Channel

ناشیة من جهد موجب ال DRAIN وکی یسألنا

فی التوجیل لای ان لایة ال دوائر میکاطة

Source و DRAIN قیمة ال لمر ال دوائر میکاطة

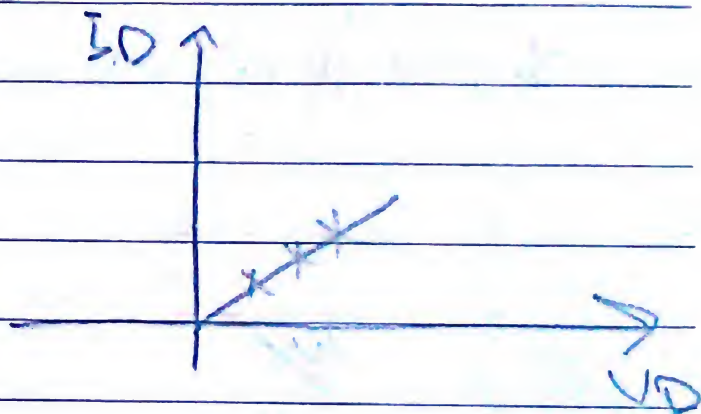
Date:

Subject:

if $V_G \geq V_{th}$
channel
 $I_D > 0$

if $V_G \geq V_{th}$, $I_D > 0$

for $V_G \geq V_{th}$



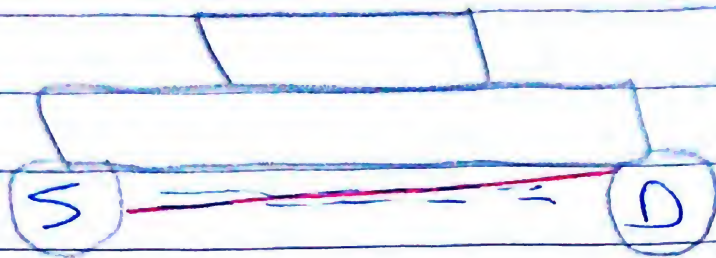
MosFet $\begin{cases} \text{on} \\ \text{off} \end{cases} \rightarrow \text{Switch}$

$$\text{slope} = \frac{I_D}{V_{DS}}$$

MosFet \rightarrow Linear

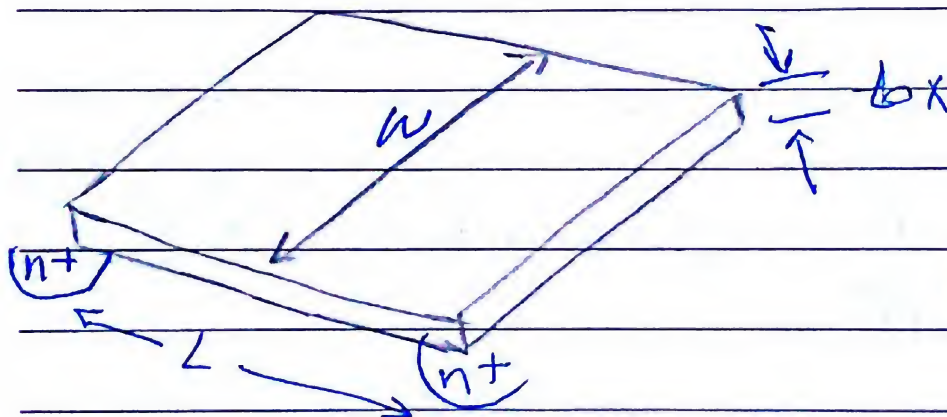
Date:

Subject:



$V_D \uparrow \uparrow \uparrow$

مقاومة توصيل آتت تأثير المجال الكهربائي



$$R = \frac{PL}{A}$$

$$C = \frac{EA}{d}$$

$$R = \frac{PL}{A}$$

$$X_c = \frac{1}{j\omega C}$$

دالة الجهد

ELI

ICC

↓
 CoL

↓

التيار يتقدم الجهد
في الدائرة

التيار يتقدم الجهد
في الدائرة

Date:

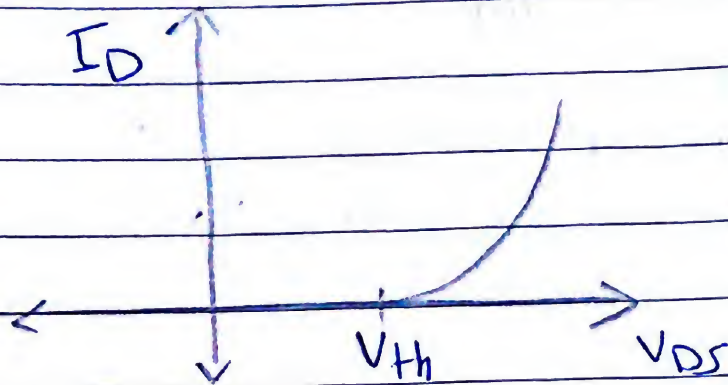
Subject: **Lec 6**

* I - V of MOSFET

Channel ~~is~~ off

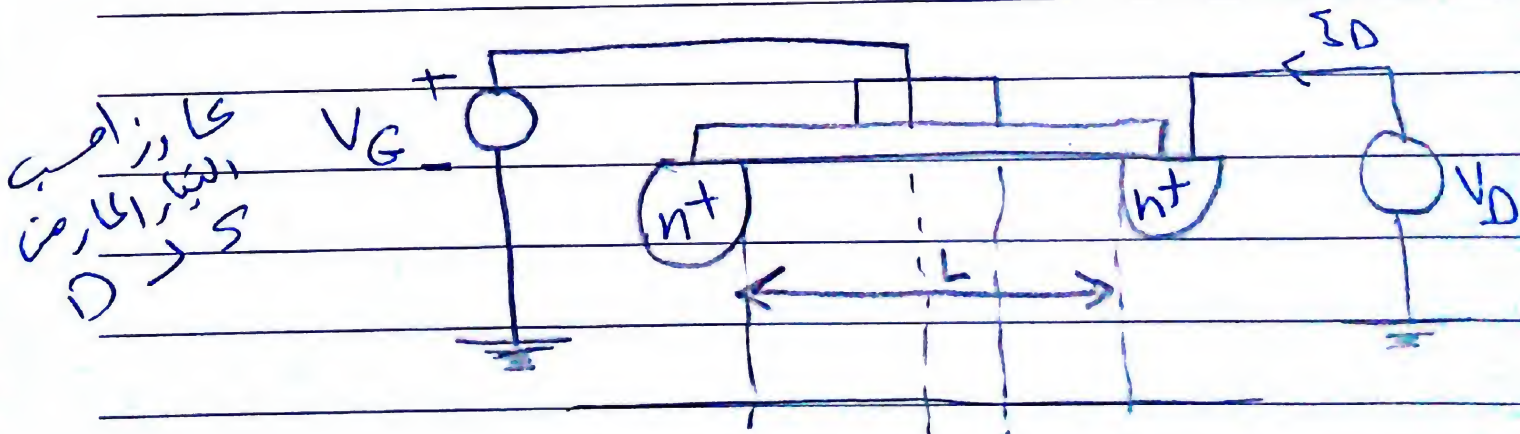
$$V_{GS} < V_{th} \rightarrow I_D = 0$$

$$V_{GS} > V_{th} \rightarrow I_D \neq 0 \rightarrow \text{Channel on}$$



$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

Capacitor



$$d \uparrow \rightarrow C \downarrow \rightarrow \Phi \downarrow \rightarrow I \downarrow$$

$$\Phi = CV$$

$$I = \frac{d\Phi}{dt}$$

Date:

Subject:

$$A \uparrow \rightarrow C \uparrow \rightarrow Q \uparrow \rightarrow I \uparrow$$

$$Q = CV$$

$$C = W C_{ox}$$

* الارتفاع C و C_{ox} ؟

$$C = \frac{\epsilon A}{d}$$

$C_{ox} \rightarrow$ Capacitance per unit length

$$\rightarrow Q = W C_{ox} (V_{GS} - V_{th})$$

لأنه من هاتين متغيرات غير لا يكون
ال جهد V هو اقل جهد موجود

$$\rightarrow Q(x) = W C_{ox} [V_{GS} - V(x) - V_{th}]$$

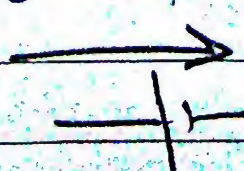
$$\rightarrow I = Q \cdot v$$

\rightarrow speed of charge

$$V = -\mu_n E = \mu_n \frac{dV}{dx}$$

$$\frac{dV}{dx} = \text{المجال الكهربائي}$$

سألت في البقي، تاذي... لأن، لا شحنة بتعمل صحت



ال البنية وصف

Date:

Subject:

$$I_D = W C_{ox} [V_{GS} - V(x) - V_{th}] \mu_n \frac{dV}{dx}$$

التيار عند نقطة x
 لو عارضة احيب لتيار، يمكن ان يكون x اكله بال x

$$I_D dx = W C_{ox} [V_{GS} - V(x) - V_{th}] \mu_n dV$$

نكامل الطرفين

$$\int_0^L I_D dx = \int_{V(x)=0}^{V(x)=V_{DS}} W C_{ox} [V_{GS} - V(x) - V_{th}] \mu_n dV$$

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} [2(V_{GS} - V_{th}) V_{DS} - V_{DS}^2]$$

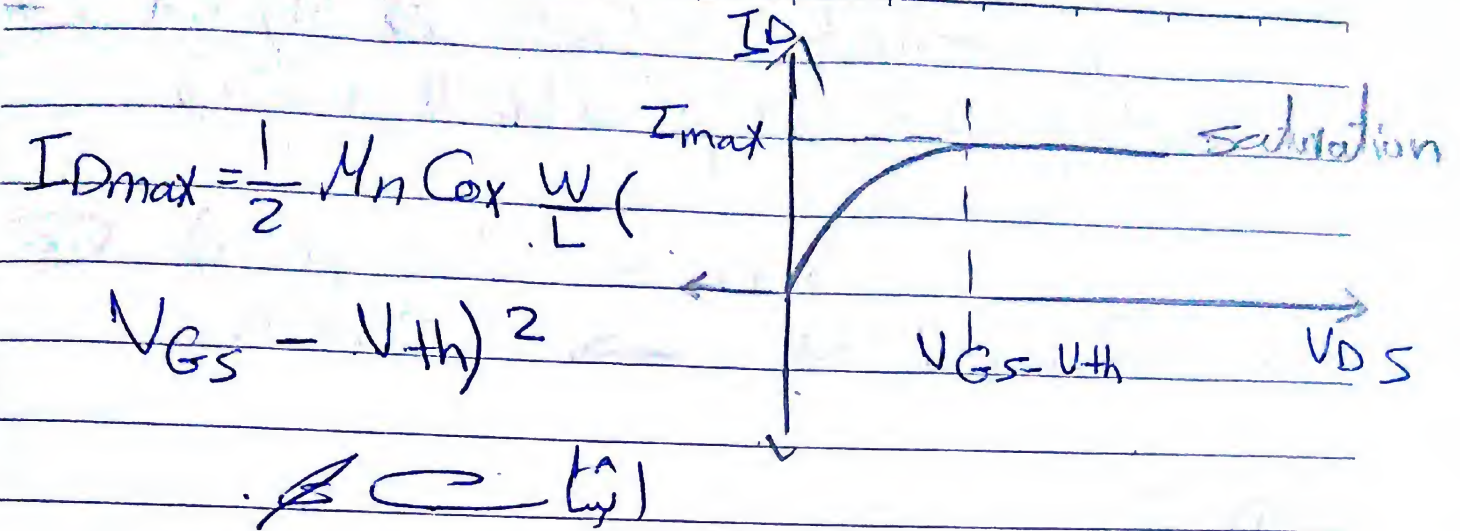
$\frac{W}{L} \Rightarrow$ Aspect ratio جولان

$I_{D, Max} = I_D$ when $V_{th} + V_{DS} = V_{GS}$ عند

$V_{DS} = V_{GS} - V_{th} \leftrightarrow$ Max Current at

Date:

Subject:



$$I_{Dmax} = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2$$

Linear نقطة
 Square مربع
 Amplifier - switch

3 نوع
 3 نوع

... نوع ✖

① $2(V_{GS} - V_{th}) \gg V_{DS}$

... نوع V_{DS} ...

$$I_D = \cancel{\frac{1}{2}} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th}) V_{DS}$$

$$V_{DS} = R - \frac{1}{\mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})}$$

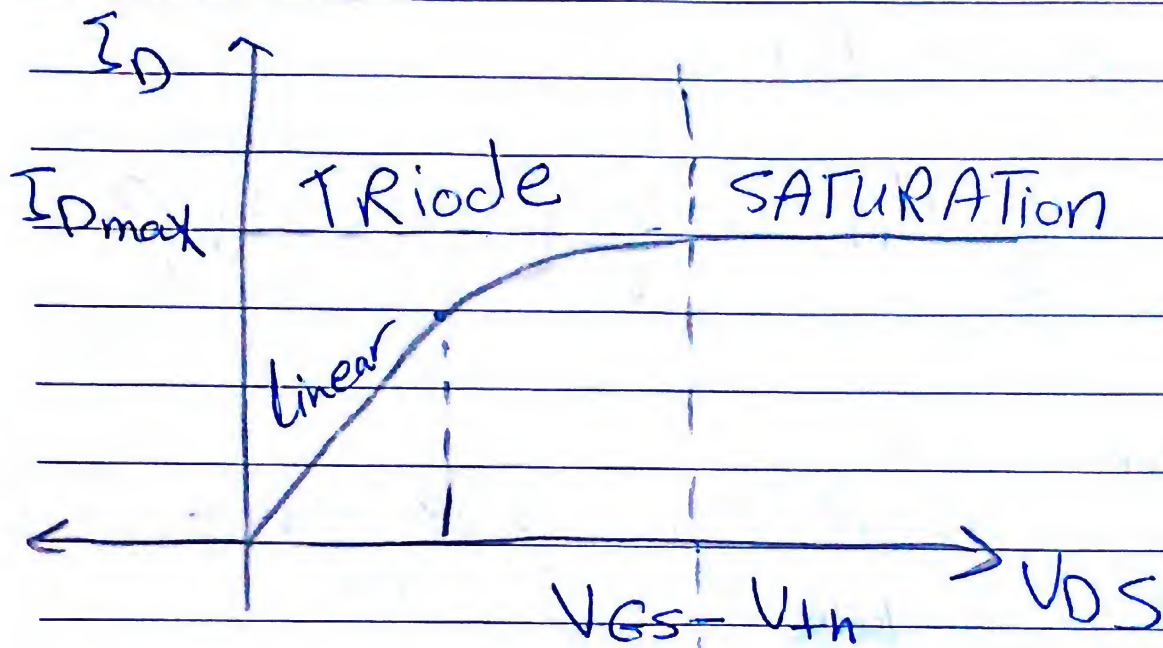
... نوع ...

Date:

Subject:

* يتغير إلى حد غير قتيبة المقارن
ويتغير الاتجاه ثم غير قتيبة المقارن

* لو كان $V_{th} = V_{GS}$
∴ $R_{on} = \infty \rightarrow$ Switch



بعد ما ال V_{DS} تزيد عن $V_{GS} - V_{th}$ يتسقل "علاقى"
SATURATION "علاقى" "لتر يسور"

لأننى جزى خطى
و جزى خطى

القول قتيبة من تقطاع لاصل ← يترقى
فى ال Linear والى كفاءة خطية
"مقاومة قتيبة"

Date: $x = L$

Subject: $V(x) = V_{GS} - V_{th}$

$$\int_{x=0}^L I_D dx = \int_{V(x)=0}^{V_{GS}-V_{th}} \mu_n C_{ox} W (V_{GS} - V(x) - V_{th}) dV$$

Drain \rightarrow $x = L \leftarrow 0$ is

\rightarrow $V(x) = V_{GS} - V_{th} \leftarrow V(x) = 0$ is
Saturation

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2$$

\rightarrow T_{Riode} \rightarrow Saturation

Prove that MosFet can be used
as an square law device
[T_{Riode} Region]

Saturation \rightarrow T_{Riode} \rightarrow Mos

Active \rightarrow Saturation \rightarrow Mos

Date:

Subject:

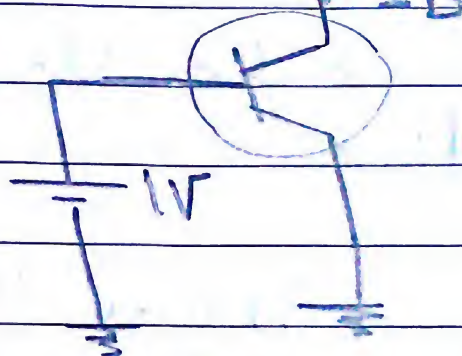
Mos **Ex:** Calculate Bias Current of M_1 assume $\mu_n C_{ox} = 100 \mu A/V^2$
 $V_{th} = 0.4 V$

$$I_D = \frac{1}{2} \mu_n C_{ox} \frac{W}{L} (V_{GS} - V_{th})^2 R_D$$

جواب 15

Triode

$$= 200 \mu A$$



$$V_X = V_{DD} - I_D R_D = 0.8 V$$

$$V_{GS} - V_{th} = 1 - 0.4 = 0.6$$

Saturation جواب Mos 15

5. Triode و Saturation من انتقال لوعايز تردد ال V_{GS}